

## Your Translation Results by SDL International

It is described a throughput fair device to the ascertainment of the harvest goods throughput as well as an agricultural harvesting machinery (10) with a throughput fair device whereby the harvesting machinery (10) shows at least a couple of before press roll leading the harvest goods (20, 22), whose interval (d) varies based on the respective harvest goods throughput between a minimal boundary situation and a maximal boundary situation. The throughput fair device contains allocates an Abstandsmessvorrichtung (36, 38, 40), that the interval (d) between the before press rolls (20, 22) corresponding Abstandssignale, allocates requisitions a speed giver (52), the speed signals corresponding to the speed the harvest goods, and a tax arrangement (46), that the Abstandssignale and the speed signals of quantities throughput value current to the ascertainment. \$A for an exact detection of the mass throughput of the harvest goods under useMaximal boundary situations (32) of an adjustable before press roll (20) anordenbar and to the reception and detection of the Verstellkräfte causing on the before press roll (20) planned is, and that the tax arrangement (46) includes the power receiver signals into the ascertainments of the current quantities throughput values. Furthermore the material river can be supervised by a light barrier (30). A material river becomes in minimal roll interval..

[Print Page](#)[Close Window](#)

**THIS PAGE BLANK** (b)(7)(D)

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 199 03 471 C 1

51 Int. Cl. 7:  
A 01 D 43/08  
A 01 D 41/12  
A 01 D 89/00  
A 01 F 29/10

21 Aktenzeichen: 199 03 471.0-23  
22 Anmeldetag: 29. 1. 1999  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 8. 6. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Deere & Company, Moline, Ill., US

74 Vertreter:  
derzeit kein Vertreter bestellt

72 Erfinder:  
Ohlemeyer, Heinrich, 32479 Hille, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

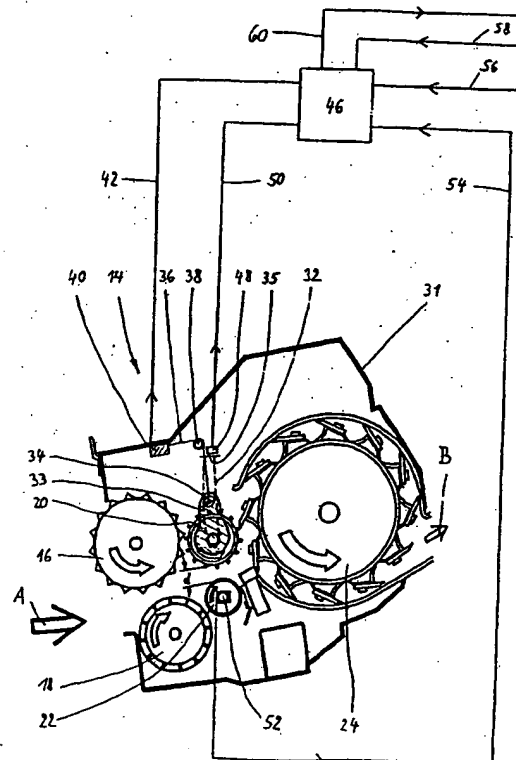
DE 196 32 868 C2  
DE 195 24 752 A1

IHLE, G. und DORNIß, W.: Untersuchungen zur  
mechanischen Messung des Durchsatzes am selbst-  
fahrenden Felhäcksler. In: agrartechnik, 27. Jg.,  
Heft 6, S. 265 ff (1977);

54 Erntemaschine mit Durchsatzmeßvorrichtung

57 Es wird eine Durchsatzmeßvorrichtung zur Ermittlung  
des Erntegutdurchsatzes sowie eine landwirtschaftliche  
Erntemaschine (10) mit einer Durchsatzmeßvorrichtung  
beschrieben, wobei die Erntemaschine (10) wenigstens  
ein Paar das Erntegut führende Vorpressewalzen (20, 22),  
deren Abstand (d) aufgrund des jeweiligen Erntegut-  
durchsatzes zwischen einer minimalen Grenzlage und ei-  
ner maximalen Grenzlage variiert, aufweist. Die Durch-  
satzmeßvorrichtung enthält eine Abstandmeßvorrich-  
tung (36, 38, 40), die dem Abstand (d) zwischen den Vor-  
pressewalzen (20, 22) entsprechende Abstandssignale be-  
reitet, einen Geschwindigkeitsgeber (52), der der Ge-  
schwindigkeit des Ernteguts entsprechende Geschwin-  
digkeitssignale bereitstellt, und eine Steuereinrichtung  
(46), die die Abstandssignale und die Geschwindigkeitssi-  
gnale zur Ermittlung aktueller Mengendurchsatzwerte  
heranzieht.

Für eine genaue Erfassung des Massedurchsatzes des  
Ernteguts unter Verwendung weniger Sensoren wird vor-  
geschlagen, daß wenigstens ein Kraftaufnehmer (48) vor-  
gesehen ist, der im Bereich der maximalen Grenzlage (32)  
einer verstellbaren Vorpressewalze (20) anordenbar und zur  
Aufnahme und Erfassung der auf die Vorpressewalze (20)  
wirkenden Verstellkräfte vorgesehen ist, und daß die  
Steuereinrichtung (46) die Kraftaufnehmersignale in die  
Ermittlung der aktuellen Mengendurchsatzwerte einbe-  
zieht. Ferner kann durch eine Lichtschranke (30) der Mate-  
rialfluß überwacht werden. Wird bei minimalem Walzen-  
abstand ein Materialfluß ...



DE 199 03 471 C 1

DE 199 03 471 C 1

Die Erfindung betrifft eine Durchsatzmeßvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Erntemaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 14 und ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 18.

Aus der DE 195 24 752 A1 geht eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Durchsatzmessung in einem Feldhäcksler mit einer Durchsatzmeßeinrichtung hervor. Dabei wird die vertikale Bewegung einer Vorpreßwalze über ein Hebelgestänge auf die Drehachse eines Potentiometers übertragen, welches dem Hubweg entsprechende Hubsignale ausgibt. Ein Induktivgeber erzeugt einen aus der Drehzahl einer Vorpreßwalze abgeleiteten Drehzahlsignalwert, welcher die Durchflußgeschwindigkeit des durch die Maschine hindurchfließenden Gutstroms repräsentiert. Die Signalwerte werden in einem Mikroprozessor kontinuierlich in einen absoluten Mengenmeßwert umgerechnet. Zusätzlich können Signale einer Drehmomentenmessung an der Häckseltrommel und einer Schlupfmessung des Antriebsriemens erfaßt werden und in Bereichen definierter Grenzwerte, in denen sich eine Vorpreßwalze den oberen oder unteren Anschlägen nähert, als Korrekturwerte genutzt werden. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß diese Korrekturen im oberen und unteren Anschlagbereich sehr störungsanfällig sind und einen hohen Kalibrierungsaufwand erfordern.

In der DE 196 32 868 C2 wird eine Aufbereitungseinrichtung einer landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaschine beschrieben. Sie ist mit einem Sensor versehen, der im Antriebsweg des rotierenden Bearbeitungsteils angeordnet ist, und ein Drehmoment, einen Druck oder eine Kraft erfaßt, mit der das Bearbeitungsteil angetrieben wird. Außerdem kann ein Sensor die Anpreßkraft eines Zustellteils (Rechen oder Walze) an das Bearbeitungsteil erfassen, wenn ein durch einen Federmechanismus vorgegebener Druck überschritten wird. Anhand der vom Sensor erfaßten Werte wird die Position des Zustellteils durch eine Regeleinrichtung mit der Zielvorgabe einer gleichmäßigen Belastung der Aufbereitungseinrichtung gesteuert. Dabei wird auch die Stellung des Zustellteils durch einen ihm zugeordneten Sensor erfaßt und mit der Sollposition verglichen. Dieser Druckschrift ist nicht entnehmbar, die Signale des Sensors für die Belastung des Bearbeitungsteils zur Korrektur von Durchsatzmeßwerten zu verwenden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Durchsatzmeßvorrichtung, eine Erntemaschine mit einer Durchsatzmeßvorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung des Erntegutdurchsatzes der eingangs genannten Art anzugeben, durch welche wenigstens einige der vorgenannten Probleme überwunden werden. Insbesondere soll die Durchsatzmeßvorrichtung unter Verwendung relativ weniger Sensoren eine zuverlässige und genaue Erfassung des Massedurchsatzes des Erntegutes erlauben. Bei der Anwendung des Meßverfahrens soll eine Berücksichtigung dynamischer Maschinendaten nicht erforderlich sein.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Lehre eines der Patentansprüche 1, 14 oder 18 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Unteransprüchen hervor.

Die erfindungsgemäße Durchsatzmeßvorrichtung zur Ermittlung des Erntegutmassedurchsatzes ist für eine landwirtschaftliche Erntemaschine, insbesondere einen Feldhäcksler, vorgesehen, die ein Paar das Erntegut führende und verdichtende Vorpreßwalzen, deren Abstand aufgrund des jeweiligen Erntegutdurchsatzes zwischen einer minimalen Grenzlage und einer maximalen Grenzlage variiert, aufweist. Die Durchsatzmeßvorrichtung enthält eine Abstandsmessvorrichtung, die den Abstand zwischen den Vorpreß-

walzen erfaßt und entsprechende Abstandssignale bereitstellt, und einen Geschwindigkeitsgeber, der die Durchflußgeschwindigkeit des Ernteguts, insbesondere im Bereich einer Vorpreßwalze, erfaßt und entsprechende Geschwindigkeitssignale bereitstellt. Eine Steuereinrichtung berechnet aus den Abstandssignalen und den Geschwindigkeitssignalen aktuelle Mengendurchsatzwerte. Die erfindungsgemäße Durchsatzmeßvorrichtung enthält desweiteren wenigstens einen Kraftaufnehmer, der im Bereich der maximalen Grenzlage einer verstellbaren Vorpreßwalze angeordnet und wirksam ist und der die auf die verstellbare Vorpreßwalze wirkenden Verstellkräfte, denen Walzenschlagdrücke entsprechen, aufnimmt und erfaßt. Die Steuereinrichtung bezieht die Kraftaufnehmersignale in die Ermittlung der aktuellen Massendurchsatzwerte ein.

Im mittleren Abstandsbereich zwischen den Vorpreßwalzen ist der Kraftaufnehmer nicht wirksam. Hier erfolgt die Ermittlung der Erntegutdurchsatzmenge anhand der Abstandssignale und der Geschwindigkeitssignale, wobei die Kraftaufnehmersignale sich nicht auswirken. Wenn jedoch die auslenkbare Vorpreßwalze mit zunehmender Durchsatzmenge ihre Grenzlage erreicht, bei der sich ein maximaler Abstand zwischen den Vorpreßwalzen ergibt, erfolgt eine weitere Steigerung des Masseflusses durch weitere Kompression des Erntegutes. Im Bereich der Grenzlage tritt die Vorpreßwalze mit dem Kraftaufnehmer in Kontakt, dessen Federkraft gegen eine weitere Auslenkung der Vorpreßwalze wirkt und der Kraftaufnehmersignale abgibt. Die Kraftaufnehmersignale spiegeln die zusätzliche Verdichtungskraft im Bereich der Grenzlage wieder und dienen der Korrektur der anhand der Abstands- und der Geschwindigkeitssignale ermittelten Massendurchsatzwerte.

Die erfindungsgemäße Durchsatzmeßvorrichtung ermöglicht mit günstigen Mitteln unter Verwendung weniger, kostengünstiger Sensoren und Bauteile bei einem unauffälligen Design eine sehr zuverlässige Erntegutdurchsatzfassung bei hohem Auflösungsvermögen auch im Bereich maximaler Auslenkung der beweglichen Vorpreßwalze. In die Auswertung brauchen dynamische Maschinendaten nicht einbezogen werden. Auch kann auf die Erfassung und Auswertung von Drehmomentsignalen und Schlupfsignalen verzichtet werden. Zur Korrektur im maximalen Abstandsbereich ist lediglich ein an der beweglichen Vorpreßwalze angreifender Kraftaufnehmer erforderlich. Die ermittelte Durchsatzmenge läßt sich auf einfache Weise auf absolute Durchsatzmengenwerte eichen.

Bei der erfindungsgemäß ausgebildeten Maschine handelt es sich um eine landwirtschaftliche Maschine zur Aufnahme und Behandlung von Erntegut, insbesondere um einen Feldhäcksler, der einen Erntevorsatz, wenigstens ein Paar das Erntegut führende und verdichtende Vorpreßwalzen, deren Abstand aufgrund des jeweiligen Erntegutdurchsatzes zwischen einer minimalen Grenzlage und einer maximalen Grenzlage variiert, einen Auswurfkanal und eine erfindungsgemäße Durchsatzmeßvorrichtung enthält.

Vorzugsweise sind die Vorpreßwalzen der Erntemaschine im wesentlichen senkrecht oder schräg übereinander angeordnet. Die untere Vorpreßwalze ist dabei ortsfest gelagert, während die obere Vorpreßwalze beweglich geführt ist und gegen auf sie wirkende Kräfte, beispielsweise Gewicht- und/oder Federkräfte, nach oben bis zu einer maximalen Grenzlage ausweichen kann. Die Wellenenden der oberen Vorpreßwalze können in bekannter Weise in Schlitzen derart geführt sein, daß die obere Vorpreßwalze mit zunehmender Durchsatzmenge nach oben ausweichen kann.

Beim Ausweichen der Vorpreßwalze verändert sich die Breite des Durchtrittsspalts für das Erntegut sowie der Abstand zwischen den Vorpreßwalzen. Auf die auslenkbare

Vorpreßwalze wirkt dabei die aus ihrem Eigengewicht resultierende Kraft. Andererseits kann sie auch durch wenigstens eine Federanordnung, beispielsweise in Form einer Spiralfeder, gegen die ortsfeste Vorpreßwalze gedrückt werden. Die Federkennlinie der Federanordnung ist dabei vorzugsweise derart ausgelegt, daß die Federkraft und damit auch der auf das Durchsatzmaterial wirkende Druck, mit zunehmender Auslenkung der Vorpreßwalze und mit sich vergrößerndem Abstand zwischen den Vorpreßwalzen zunimmt. Dies bewirkt eine höhere Dichte des Gutstroms und kann in die Berechnung des Masseflusses einbezogen werden, indem der Abstandswert mit einer entsprechenden Korrektur versehen wird.

Es ist zweckmäßig, einen möglichst homogenen Erntegutdurchsatz zu haben, so daß gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Erntemaschine ein Erntevorsatz vorgesehen ist, der eine homogene Erntegutzuführung ermöglicht. Als Erntevorsatz eignet sich besonders ein reihenunabhängiges Maisgebiß.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Durchsatzmeßvorrichtung sind zwei Kraftaufnehmer vorgesehen, die im Bereich jedes der beiden Enden der verstellbaren Vorpreßwalze angeordnet werden. Die Kraftaufnehmer können an beiden Seiten des Einzugswalzengehäuses so angebracht werden, daß eine Querstrebe der oberen Vorpreßwalze, sobald sie eine Position erreicht, die einem gewissen Abstand zur oberen Kante (Anschlag) des Führungsschlitzes der Vorpreßwalze entspricht, gegen den Aufnahmepunkt des Kraftaufnehmers trifft. Die Signale der beiden Kraftaufnehmer können gemittelt und als ein gemeinsames Kraftaufnehmersignal in der Steuereinrichtung weiterverarbeitet werden. Dies ermöglicht auch bei einem längs der Vorpreßwalzen ungleichmäßigen Erntegutdurchsatz, bei dem die Spaltbreite zwischen den Vorpreßwalzen nicht gleichförmig ist, eine relativ genaue Erfassung des auf das Erntegut wirkenden Drucks.

Vorzugsweise ist der Kraftaufnehmer derart ausgebildet und angeordnet, daß er ungefähr 5 mm vor Erreichen eines mechanischen Endanschlags der Vorpreßwalze anspricht. Als Kraftaufnehmer eignet sich beispielsweise ein Druckkraftaufnehmer der Fa. Spectris, Deutschland, Typ C9B, 20 kN. Jedoch lassen sich bei großen Erntemaschinen auch Kraftaufnehmer erfolgreich einsetzen, deren Meßbereich ungefähr zwischen 0 bis 50 kN liegt. Bei dem Kraftaufnehmer kann es sich um eine Kraftmeßdose oder einen Biegebalken handeln.

Es hat sich auch als besonders zweckmäßig erwiesen, im Bereich der Aufnahmefläche des Kraftaufnehmers ein Elastomer vorzusehen, das den Kraftaufnehmer gegen Überlast schützt.

Um auch bei einem längs der Vorpreßwalzen ungleichmäßigen Materialstrom und daher ungleichförmigen Spalt zwischen den Vorpreßwalzen eine zuverlässige Erfassung des Abstands zwischen den Vorpreßwalzen zu ermöglichen, sieht eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung vor, die Abstandsmeßvorrichtung derart auszubilden, daß sie zur Messung des Walzenabstands im mittleren Bereich einer verstellbaren Vorpreßwalze angreift.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß zur Messung des Abstands zwischen den Vorpreßwalzen, insbesondere zur Messung des Hubwegs der oberen Vorpreßwalze, ein Seilpotentiometer verwendet wird. Der Meßbereich des Seilpotentiometers kann mehrere Umdrehungen umfassen, so daß eine hohe Meßauflösung gegeben ist. Ein Seilpotentiometer, das eine mit einem linearen Wegaufnehmer vergleichbare Auflösung aufweist, kann wesentlich kompakter als letzterer ausgebildet sein und ermöglicht bzw. erleichtert daher eine Anordnung innerhalb der Ma-

schinenverkleidung.

Vorzugsweise kann die Abstandsmeßvorrichtung einen Auslenkhub bis zu ungefähr 300 mm erfassen.

Desweiteren ist es von Vorteil, als Geschwindigkeitsgeber einen Drehzahlgeber zu verwenden, der die Drehzahl einer ortsfest gelagerten Vorpreßwalze erfaßt. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Drehzahlgeber um einen handelsüblichen Impulsgeber.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist in dem Auswurfkanal der Erntemaschine wenigstens eine Lichtschranke montiert, die den ausgeworfenen Materialfluß überwacht. Das Signal der Lichtschranke wird insbesondere dann zur Bestimmung des Erntegutdurchsatzes herangezogen, wenn die Vorpreßwalzen einen minimalen Abstand zueinander einnehmen. Bei minimalem Vorwalzenabstand wird ein konstanter minimaler Erntegutdurchsatz ausgegeben, sofern ein Materialfluß im Auswurfkanal erkannt wird. Liegt kein Materialfluß vor, wird der Erntegutdurchsatz gleich Null gesetzt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Ermittlung des Erntegutdurchsatzes in einer landwirtschaftlichen Erntemaschine, insbesondere einem Feldhäcksler, bestimmt die Steuereinrichtung innerhalb eines mittleren Abstandsbereiches der Vorpreßwalzen die Durchsatzmenge in Abhängigkeit des Produktes aus einem Walzenabstandssignal und dem Geschwindigkeitssignal. Nehmen die Vorpreßwalzen einen maximalen Abstand zueinander ein, bei dem sich die verstellbare Vorpreßwalze im Meßbereich des Kraftaufnehmers befindet, so bestimmt die Steuereinheit die Durchsatzmenge in Abhängigkeit des Produktes aus einem maximalen Walzenabstandswert zuzüglich eines Kraftaufnehmersignals einerseits und dem Geschwindigkeitssignal andererseits.

Es ist von Vorteil, bei der Bildung des Walzenabstandssignals ein von der Abstandsmeßvorrichtung bereitgestelltes Abstandssignal unter Berücksichtigung der Kennlinie einer auf die Vorpreßwalze wirkenden Federanordnung zu korrigieren.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens gibt die Steuereinrichtung für einen unteren Abstandsbereich der Vorpreßwalzen, in dem diese im wesentlichen ihren minimalen Abstand zueinander einnehmen, einen konstanten Wert für die Durchsatzmenge aus, sofern eine Lichtschranke im Auswurfkanal einen Erntegutdurchsatz anzeigt. Andernfalls wird die Durchsatzmenge auf Null gesetzt. Dieser Maßnahme liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei minimalem Walzenabstand allenfalls ein geringer Massefluß gegeben ist, bei dem eine pauschale Ernteguterfassung ausreicht.

Vorzugsweise wird der bei minimalem Vorwalzenabstand verwendete konstante Wert aus dem Produkt aus einem minimalen Walzenabstandswert und dem Durchflußgeschwindigkeitssignal, beispielsweise dem Walzendrehzahlssignal, ermittelt.

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, den Massefluß  $M_1$  anhand folgender Beziehung zu bestimmen:

$$M_1 = k \cdot (d_1 + d_2 + d_3) \cdot \omega$$

$$\text{mit } d_1 = 1/2 \cdot d_{\min} \cdot f(\text{boolean})$$

$$d_2 = f(R) \cdot d_{\max} + f \text{ Feder}$$

$$d_3 = f(F)$$

Dabei ist  $k$  eine Konstante,  $\omega$  ein Meßwert des Geschwindigkeitsgebers, insbesondere die Walzendrehzahl,  $d_1$ ,  $d_2$  und  $d_3$  abgeleitete Walzenabstände,  $d_{\min}$  ein minimaler Walzenabstand,  $d_{\max}$  ein maximaler Walzenabstand,  $f(\text{boolean})$  eine logische Funktion anhand der ein Lichtschrankensignal ausgewertet wird,  $f(R)$  ein von der Abstandsmeßvorrichtung

abgeleiteter und auf den maximalen Walzenabstand normierter Walzenabstandswert,  $f(\text{Feder})$  ein aus der Federkennlinie der Vorpreßwalzen-Federanordnung in Abhängigkeit des Walzenabstandes abgeleiteter Wert und  $f(F)$  ein von einem oder mehreren Kraftaufnehmern abgeleiteter Verstellkraftwert.

Anhand der Zeichnungen, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigen, werden nachfolgend die Erfindung sowie weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung näher beschrieben und erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 einen selbstfahrenden Feldhäcksler in Seitenansicht mit erfindungsgemäßer Durchsatzmeßvorrichtung,

Fig. 2 das Einzugsgehäuse eines Feldhäckslers mit erfindungsgemäßer Durchsatzmeßvorrichtung, und

Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Berechnung des Masseflusses.

Aus Fig. 1 geht ein selbstfahrender Feldhäcksler 10 mit einem Erntevorsatz 12 und einer Gutzufuhreinrichtung 14, die aus mehreren Vorpreßwalzen 16, 18, 20, 22 gebildet wird, hervor. Vom Erntevorsatz 12 wird das Erntegut in Richtung A durch einen zwischen den Vorpreßwalzen 16, 18, 20, 22 ausgebildeten Preßkanal zwangsweise einer Messertrommel 24 zugeführt. Hier wird das Erntegut geschnitten und in Richtung B weitergeleitet. Mit einem Gebläse 28 wird das geschnittene Erntegut beschleunigt und durch den Auswurfkanal 26 befördert. Im Auswurfkanal 26 ist eine Lichtschranke 30 angeordnet, die das geschnittene Erntegut erfaßt und feststellt, ob Materialfluß existiert oder nicht.

Fig. 2 zeigt Einzelheiten der Gutzufuhreinrichtung 14 und der Schneidtrommel 24, die in einem Einzugsgehäuse 31 angeordnet sind. Die Gutzufuhreinrichtung 14 enthält zwei vordere Vorpreßwalzen 16, 18, die eine Vorverdichtung des bei A eintretenden Erntegutes bewirken. Eine homogene Verdichtung und Weiterführung des Erntegutes erfolgt dann zwischen den zwei hinteren Vorpreßwalzen 20, 22, die einen variablen Abstand  $d$  zueinander aufweisen.

Die hintere untere Vorpreßwalze 22 ist ortsfest gelagert, während die hintere obere Vorpreßwalze 20 in seitlichen Schlitten 32 geführt ist. An den beiden Enden der hinteren oberen Vorpreßwalze 20 ist je ein sich nicht mitdrehender Flansch 33 angeordnet. Die beiden Flansche 33 tragen eine zur Vorpreßwalze 20 parallele Querstrebe 34, die sich mit der Vorpreßwalze 20 auf- und abbewegt und deren Enden ebenfalls in den seitlichen Schlitten 32 geführt sind. Die hintere obere Vorpreßwalze 20 kann im wesentlichen in vertikaler Richtung zwischen einem unteren Anschlag und einem oberen Anschlag 35 ausweichen. Beim Erreichen des unteren Anschlags schlagen die Enden der Vorpreßwalze 20 an den unteren Enden der Schlitte 32 an, während beim Erreichen des oberen Anschlags 35 die Enden der Querstrebe 34 an den oberen Enden der Schlitte 32 anschlagen.

Hinsichtlich ihrer Längserstreckung ist im mittleren Bereich der Querstrebe 34 ein Seil 36 angebracht, das über eine Umlenkrolle 38 zu einem Seilpotentiometer 40 geführt ist. Hiermit wird ohne weitere Übertragungsverluste die vertikale Auslenkung der Querstrebe 34 und damit auch der hinteren oberen Vorpreßwalze 20 erfaßt und in einen Meßwert umgewandelt, der abhängig ist von der Spaltbreite, bzw. dem Abstand  $d$  zwischen den beiden hinteren Vorpreßwalzen 20, 22. Die im Seilpotentiometer 40 erzeugte Widerstandsänderung wird durch einen integrierten Verstärker in ein Spannungssignal umgewandelt und über eine Datenleitung 42 an einen Prozessor 46 weitergeleitet.

Mit zunehmendem Erntegutdurchsatz bewegt sich die obere Vorpreßwalze 20 nach oben bis sie den oberen Anschlag 35 erreicht, der die Spaltbreite  $d$  des Durchtrittska-

nals beschränkt. Auch wenn die obere Vorpreßwalze 20 am oberen Anschlag anliegt, kann durch weiteres Zusammenpressen des Ernteguts ein höherer Massefluß erreicht werden. Zur Berücksichtigung dieses Einflusses ist kurz vor dem oberen Anschlag 35 im Bereich jedes der beiden Enden der Querstrebe 34 eine Kraftmeßdose 48 montiert. Die Kraftmeßdose nimmt die Kraft auf, durch die die obere Vorpreßwalze 20 bei sehr hohem Durchsatz nach oben gedrückt wird. Die beiden ermittelten Kraftmeßwerte werden über Datenleitungen 50 an den Prozessor 46 weitergeleitet und dort gemittelt.

Durch einen Impulsgeber 52 wird die Drehzahl der unteren Vorpreßwalze 22 gemessen. Dieser Drehzahlmeßwert ist proportional zur Materialgeschwindigkeit im Einzugskanal zwischen den beiden hinteren Vorpreßwalzen 20, 22 und wird über eine Datenleitung 54 an den Prozessor 46 weitergeleitet. Die Drehzahlsignale sind im wesentlichen proportional zur Materialgeschwindigkeit im Einzugskanal zwischen den beiden hinteren Vorpreßwalzen 20, 22.

Der Signalwert der in Fig. 1 im Bereich des Auswurfkanals 26 dargestellten Lichtschranke 30 wird über eine Datenleitung 56 dem Prozessor 46 zugeführt. Desweiteren steht der Prozessor 46 über eine Datenleitung 58 mit einer in der Fahrerkabine installierten, nicht näher dargestellten Eingabeeinheit, durch die beispielsweise Vorgaben hinsichtlich des aktuellen Ernteguts und Kalibrierungen erfolgen können, in Verbindung. Der Prozessor 46 wertet die ihm zugeführten Signale aus und gibt die Ergebnisse über wenigstens eine Leitung 60 an eine in der Fahrerkabine angeordnete Anzeige oder an weitere, ebenfalls nicht näher dargestellte Steuer- und/oder Speichereinrichtungen aus.

Der Prozessor 46 berechnet aus den ihm zugeführten Signalen den Massefluß  $M_t$ . Die Berechnung kann beispielsweise anhand des in Fig. 3 dargestellten Flußdiagramms erfolgen:

Beim Starten erfolgt in Schritt 100 eine Initialisierung, bei der die Zeit  $t$  und der zu bestimmende Massefluß  $M_t$  auf Null gesetzt werden. In Schritt 102 wird der Zeitwert um eine Zeiteinheit erhöht. Der Algorithmus prüft dann in Schritt 104, ob die Lichtschranke 30 einen Materialfluß registriert. Wird kein Materialfluß festgestellt, werden in Schritt 106 die Werte  $d_1$ ,  $d_2$  und  $d_3$  gleich Null gesetzt und mit Schritt 108 weiterverfahren. In diesem Fall ergibt sich ein Massefluß  $M_t = 0$ .

Registriert die Lichtschranke 30 hingegen einen Massefluß, so schreitet der Algorithmus zu Schritt 110 fort, in dem festgestellt wird, ob das Ausgangssignal des Seilpotentiometers 40 größer als Null ist. Ist dies nicht der Fall, so liegt die obere Vorpreßwalze 20 an dem unteren Anschlag an. Da in diesem Fall zwischen den Vorpreßwalzen 20, 22 ein geringer Spalt verbleibt, ist ein geringer Massefluß möglich, der durch die Lichtschranke 30 festgestellt wird. Dieser Massefluß ist im Vergleich zu den Masseflüssen bei normalem Betrieb so gering, daß er durch einen Mittelwert pauschal berücksichtigt werden kann ohne das Gesamtmeßergebnis unangemessen zu verfälschen. Ist das Ausgangssignal des Seilpotentiometers Null, so werden daher in Schritt 112 der Wert  $d_1 = d_{\min}/2$  und die Werte  $d_2 = d_3 = 0$  gesetzt, und es wird mit Schritt 108 weiterverfahren. Dies hat zur Folge, daß ein konstanter minimaler Massefluß  $M_t$  ausgegeben wird.

Ist der Materialfluß so groß, daß er die obere Vorpreßwalze 20 anhebt, so daß diese nicht mehr an dem unteren Anschlag anliegt, so gibt das Seilpotentiometer ein Signal größer als Null aus. In diesem Fall lenkt der Schritt 110 den Algorithmus auf Schritt 114. In Schritt 114 werden die Signale der Kraftmeßdosen 48 überprüft. Sind diese Null, bedeutet dies, daß die obere Vorpreßwalze 20 durch den Mate-

rialfluß noch nicht in den Bereich des oberen Anschlags 35 angehoben wurde. Wenn dies zutrifft, werden in Schritt 116 die Werte  $d_1 = d_{\min}/2$ ,  $d_2 = f(R) \cdot d_{\max}$  und  $d_3 = 0$  gesetzt, und es wird mit Schritt 108 weiterverfahren. Der Arbeitsbereich zwischen dem unteren und dem oberen Anschlag wird durch die Größe  $d_2$  berücksichtigt, die einen linearen Zusammenhang zwischen Walzenabstand und Massefluß herstellt.

Wird jedoch die obere Vorpreßwalze 20 durch den Materialfluß so weit angehoben, daß sie sich im Bereich des oberen Anschlags befindet, wobei die Querstrebe 34 an wenigstens eine Kraftmeßdose 48 anschlägt und auf diese eine Kraft ausübt, so ergibt sich ein Kraftdosensignal das ungleich Null ist. In diesem Fall werden in Schritt 118 die Werte  $d_1 = d_{\min}/2$ ,  $d_2 = f(R) \cdot d_{\max}$  und  $d_3 = f(F)$  gesetzt, und es wird dann mit Schritt 108 weiterverfahren. Der Arbeitsbereich, bei dem sich die obere Vorpreßwalze 20 im Bereich des oberen Anschlags befindet, wird durch die Messung des Anpreßdruckes der oberen Walze an den oberen Anschlag, der im wesentlichen als proportional zur möglichen weiteren Auslenkung der Walze angesehen werden kann, abgedeckt.

In Schritt 108 werden die Werte  $d_1$ ,  $d_2$  und  $d_3$  zu einem Wert  $d_{\text{ges}}$  addiert. In Schritt 120 wird dann der Massefluß  $M_t$  berechnet, indem der Wert  $d_{\text{ges}}$  mit dem Ausgangssignal  $\omega$  des Impulsgebers 52 sowie mit einer Eichkonstanten  $k$  multipliziert wird. Schritt 122 gibt den ermittelten Massefluß  $M_t$  aus und lenkt den Algorithmus zurück zu Schritt 102, in dem wiederum die Zeit um eine Zeiteinheit erhöht wird. Der beschriebene Algorithmus kann automatisch mehrmals pro Sekunde ausgeführt werden.

Die in dem Algorithmus gemäß Fig. 3 verwendeten Größen und Funktionen haben folgende Bedeutungen:

$d_{\min}$  entspricht dem minimalen Abstand der Vorpreßwalzen 20, 22.

$d_{\max}$  entspricht dem maximalen Abstand der Vorpreßwalzen 20, 22.

$f(R)$  ist ein von der Abstandsmeßvorrichtung abgeleiteter und auf den maximalen Walzenabstand  $d_{\max}$  normierter Walzenabstandswert.

$f(F)$  ist ein von den Kraftmeßdosen 48 abgeleiteter, der Verstellkraft entsprechender Wert.

$\omega$  ist ein der Walzendrehzahl entsprechender Wert.

$k$  ist eine Eichkonstante, die durch Versuche bestimmbar ist.

Die Größen  $f(R)$ ,  $f(F)$  und  $k$  können von dem jeweiligen Erntegut abhängen. Beispielsweise können in verschiedenen Fruchtarten unterschiedliche Dichten erreicht werden, so daß im Prozessor 46 gutspezifische Werte abgelegt werden, die in die Konstanten und Funktionen zur Berechnung der Durchsatzmenge einfließen. Es kann auch eine Funktion für die Zusammenpreßbarkeit des Ernteguts im Prozessor 46 hinterlegt werden.

Die Bedienungsperson gibt bei geeichtem System über eine Eingabe lediglich die zu erntende Fruchtart und gegebenenfalls Feuchtebedingungen ein. Im Prozessor werden dann automatisch die zugehörigen Konstanten und Funktionen für die Berechnung der Durchsatzmenge ausgewählt. Mit den durch den Prozessor 46 errechneten Durchsatzwerten und anderen Daten (Position, Fahrgeschwindigkeit, Arbeitsbreite) können die Ertragsdaten ermittelt sowie eine Ertragskarte aufgestellt werden.

Auch wenn die Erfindung lediglich anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, erschließen sich für den Fachmann im Lichte der vorstehenden Beschreibung sowie der Zeichnung viele verschiedenartige Alternativen, Modifikationen und Varianten, die unter die vorliegende Erfindung

fallen:

#### Patentansprüche

1. Durchsatzmeßvorrichtung zur Ermittlung des Erntegutmassendurchsatzes in einer landwirtschaftlichen Erntemaschine, insbesondere einem Feldhäcksler (10), wobei die Erntemaschine wenigstens ein Paar das Erntegut führende Vorpreßwalzen (20, 22), deren Abstand (d) aufgrund des jeweiligen Erntegutdurchsatzes zwischen einer minimalen Grenzlage und einer maximalen Grenzlage variiert, aufweist, mit einer Abstandsmeßvorrichtung (36, 38, 40), die dem Abstand (d) zwischen den Vorpreßwalzen (20, 22) entsprechende Abstandssignale bereitstellt, mit einem Geschwindigkeitsgeber (52), der der Durchflußgeschwindigkeit des Ernteguts entsprechende Geschwindigkeitssignale bereitstellt, und mit einer Steuereinrichtung (46), die die Abstandssignale und die Geschwindigkeitssignale zur Ermittlung aktueller Massendurchsatzwerte heranzieht, sowie mit wenigstens einem Meßwertaufnehmer, dessen Signale von der Steuereinrichtung (46) in die Ermittlung der aktuellen Massendurchsatzwerte einbezogen werden und zur Korrektur der anhand der Abstands- und der Geschwindigkeitssignale ermittelten Massendurchsatzwerte dienen, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer ein Kraftaufnehmer (48) ist, der im Bereich der maximalen Grenzlage (35) einer verstellbaren Vorpreßwalze (20) anordenbar und zur Aufnahme und Erfassung der auf die Vorpreßwalze (20) wirkenden Verstellkräfte vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für im wesentlichen übereinander angeordnete Vorpreßwalzen (20, 22), von denen die obere Vorpreßwalze (20) gegen auf sie wirkende Kräfte nach oben bis zu der maximalen Grenzlage (35) ausweichen kann, wenigstens ein im Bereich der maximalen Grenzlage (35) wirksamer Kraftaufnehmer (48) vorgesehen ist, der die auf die obere Vorpreßwalze (20) wirkenden Kräfte erfaßt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Kraftaufnehmer (48) vorgesehen sind, die im Bereich jedes der beiden Enden einer verstellbaren Vorpreßwalze (20) anordenbar sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftaufnehmer (48) derart ausgebildet und anordenbar ist, daß er ungefähr 5 mm vor Erreichen eines mechanischen Endanschlags (35) der Vorpreßwalze (20) anspricht.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßbereich des Kraftaufnehmers (48) ungefähr zwischen 0 bis 50 kN liegt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftaufnehmer (48) eine Kraftmeßdose oder ein Biegebalken ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Aufnahme- fläche des Kraftaufnehmers (48) ein Elastomer vorgesehen ist, das den Kraftaufnehmer (48) gegen Überlast schützt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsmeßvorrichtung (36, 38, 40) derart ausgebildet ist, daß sie zur Messung des Walzenabstands (d) im mittleren Bereich einer verstellbaren Vorpreßwalze (20) angreift.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsmeßvorrichtung ein Seilpotentiometer (40) enthält.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsmeßvorrichtung (36, 38, 40) einen Auslenkhub bis zu ungefähr 300 mm erfassen kann.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Geschwindigkeitsgeber ein Drehzahlgeber, insbesondere ein Impulsgeber (52), vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Geschwindigkeitsgeber ein Drehzahlgeber (52) zur Drehzahlerfassung einer ortsfest gelagerten Vorpreßwalze (22) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Lichtschranke (30) vorgesehen ist, die in einem Materialflußkanal, insbesondere Auswurfkanal (26) der Erntemaschine (10), anordenbar ist, um den Materialfluß zu überwachen.

14. Erntemaschine, insbesondere Feldhäcksler, mit einem Erntevorsatz (12), mit wenigstens einem Paar das Erntegut führenden Vorpreßwalzen (20, 22), deren Abstand (d) aufgrund des jeweiligen Erntegutdurchsatzes zwischen einer minimalen Grenzlage und einer maximalen Grenzlage (32) variiert, mit einem Auswurfkanal (26) und mit einer nach einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildeten Durchsatzmeßvorrichtung.

15. Erntemaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Erntevorsatz (12) derart ausgebildet ist, daß er eine homogene Erntegutzuführung ermöglicht.

16. Erntemaschine nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Erntevorsatz (12) ein reihenunabhängiges Maisgebiß ist.

17. Erntemaschine nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine obere auslenkbare Vorpreßwalze (20) durch wenigstens eine Federanordnung nach unten gegen eine ortsfest gelagerte untere Vorpreßwalze (22) gedrückt wird, wobei die Federanordnung bei größer werdendem Abstand (d) der Vorpreßwalzen (20, 22) den Druck auf das Durchsatzmaterial erhöht.

18. Verfahren zur Ermittlung des Erntegutmassendurchsatzes in einer landwirtschaftlichen Erntemaschine, insbesondere einem Feldhäcksler (10), bei dem Erntegut wenigstens einem Paar das Erntegut führenden Vorpreßwalzen (20, 22) der Erntemaschine hindurchgeführt wird, deren Abstand (d) aufgrund des jeweiligen Erntegutdurchsatzes zwischen einer minimalen Grenzlage und einer maximalen Grenzlage variiert, wobei eine Abstandsmeßvorrichtung (36, 38, 40) dem Abstand (d) zwischen den Vorpreßwalzen (20, 22) entsprechende Abstandssignale bereitstellt, ein Geschwindigkeitsgeber (52) der Durchflußgeschwindigkeit des Ernteguts entsprechende Geschwindigkeitssignale bereitstellt, und eine Steuereinrichtung (46) die Abstandssignale und die Geschwindigkeitssignale zur Ermittlung aktueller Massendurchsatzwerte heranzieht, sowie die Signale wenigstens eines Meßwertaufnehmers von der Steuereinrichtung (46) in die Ermittlung der aktuellen Massendurchsatzwerte einbezogen werden und zur Korrektur der anhand der Abstands- und der Geschwindigkeitssignale ermittelten Massendurchsatzwerte dienen, und wobei die Steuereinrichtung (46) innerhalb eines mittleren Abstandsbereichs der Vorpreßwalzen (20, 22) die Durchsatzmenge in Abhängigkeit des Produktes aus einem Walzenabstandssignal und dem Geschwindigkeitssignal bestimmt da-

durch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (46) im Bereich der maximalen Grenzlage (32) der Vorpreßwalzen (20, 22), in der die verstellbare Vorpreßwalze (20) sich im Meßbereich des Meßwertaufnehmers, der ein Kraftaufnehmer (48) ist, befindet, den Massendurchsatzwert in Abhängigkeit des Produkts einerseits aus einem maximalen Walzenabstandswert zuzüglich eines Kraftaufnehmersignals und andererseits dem Geschwindigkeitssignal bestimmt.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (46) bei der Bildung des Walzenabstandssignals ein von der Abstandsmeßvorrichtung (36, 38, 40) bereitgestelltes Abstandssignal unter Berücksichtigung der Kennlinie einer auf die verstellbare Vorpreßwalze (20) wirkenden Federanordnung korrigiert.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (46) für einen unteren Abstandsbereich der Vorpreßwalzen (20, 22), in dem diese im wesentlichen ihren minimalen Abstand zueinander einnehmen, einen konstanten Wert für die Durchsatzmenge ausgibt, sofern eine in einem Materialflußkanal angeordnete Lichtschranke (30) einen Erntegutdurchsatz anzeigt.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der konstante Wert gleich dem Produkt aus einem minimalen Walzenabstandswert und dem Durchflußgeschwindigkeitssignal, insbesondere dem Walzendrehzahlssignal, ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (46) die Mengendurchsatzwerte  $M_t$  anhand folgender Beziehung ermittelt:

$$M_t = k \cdot (d_1 + d_2 + d_3) \cdot \omega$$

mit

$$d_1 = 1/2 \cdot d_{\min} \cdot f(\text{boolean})$$

$$d_2 = f(R) \cdot d_{\max} + f(\text{Feder})$$

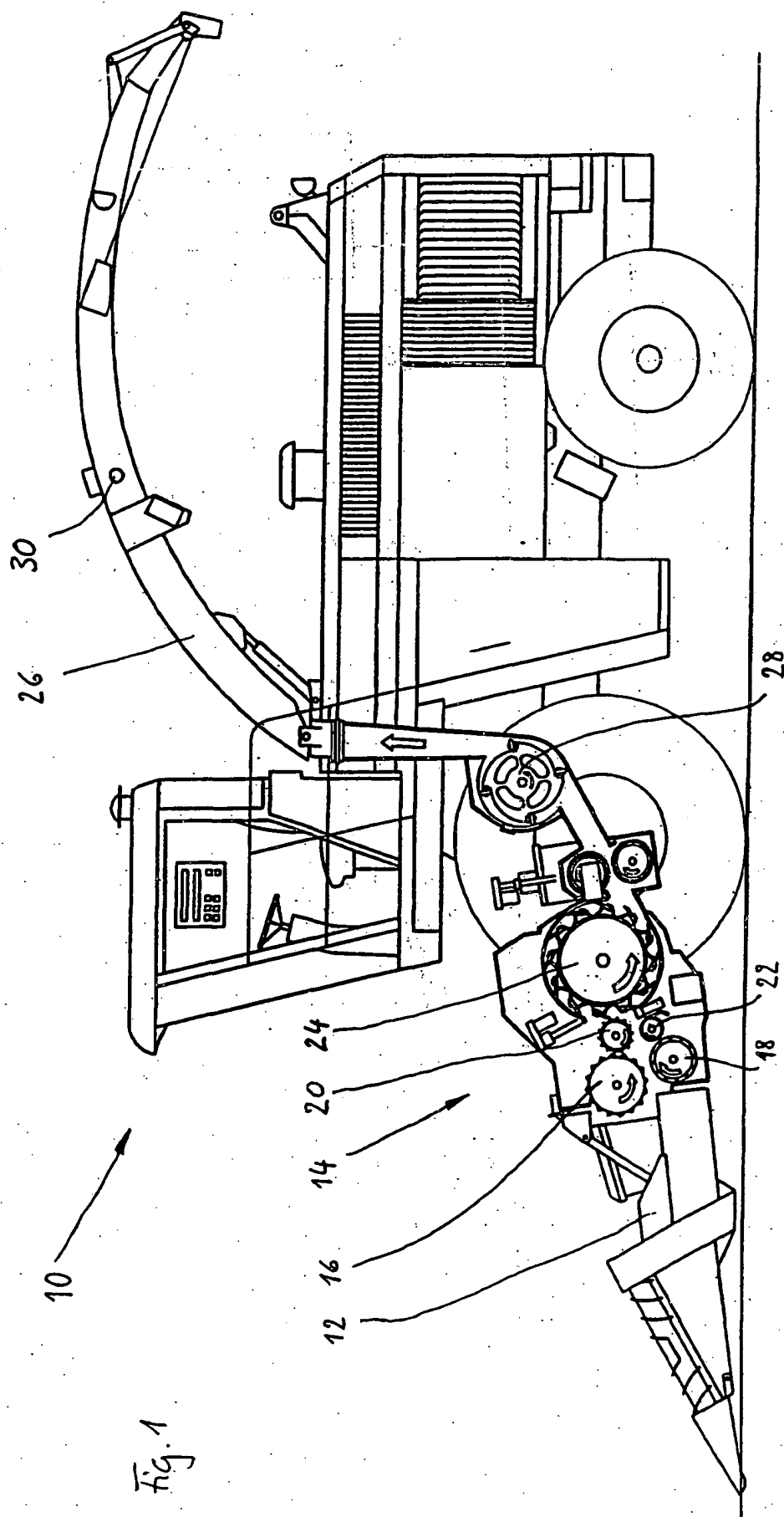
$$d_3 = f(F);$$

dabei ist k eine Konstante,  $\omega$  ein Meßwert des Geschwindigkeitsgebers, insbesondere die Walzendrehzahl,  $d_1$ ,  $d_2$  und  $d_3$  abgeleitete Walzenabstände,  $d_{\min}$  ein minimaler Walzenabstand, d ein maximaler Walzenabstand, f(boolean) eine logische Funktion anhand der ein Lichtschrankensignal ausgewertet wird, f(R) ein von der Abstandsmeßvorrichtung (40) abgeleiteter und auf den maximalen Walzenabstand normierter Walzenabstandswert, f(Feder) ein aus der Federkennlinie der Vorpreßwalzen-Federanordnung in Abhängigkeit des Walzenabstandes (d) abgeleiteter Wert und f(F) ein von einem oder mehreren Kraftaufnehmern (48) abgeleiteter Verstellkraftwert.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -



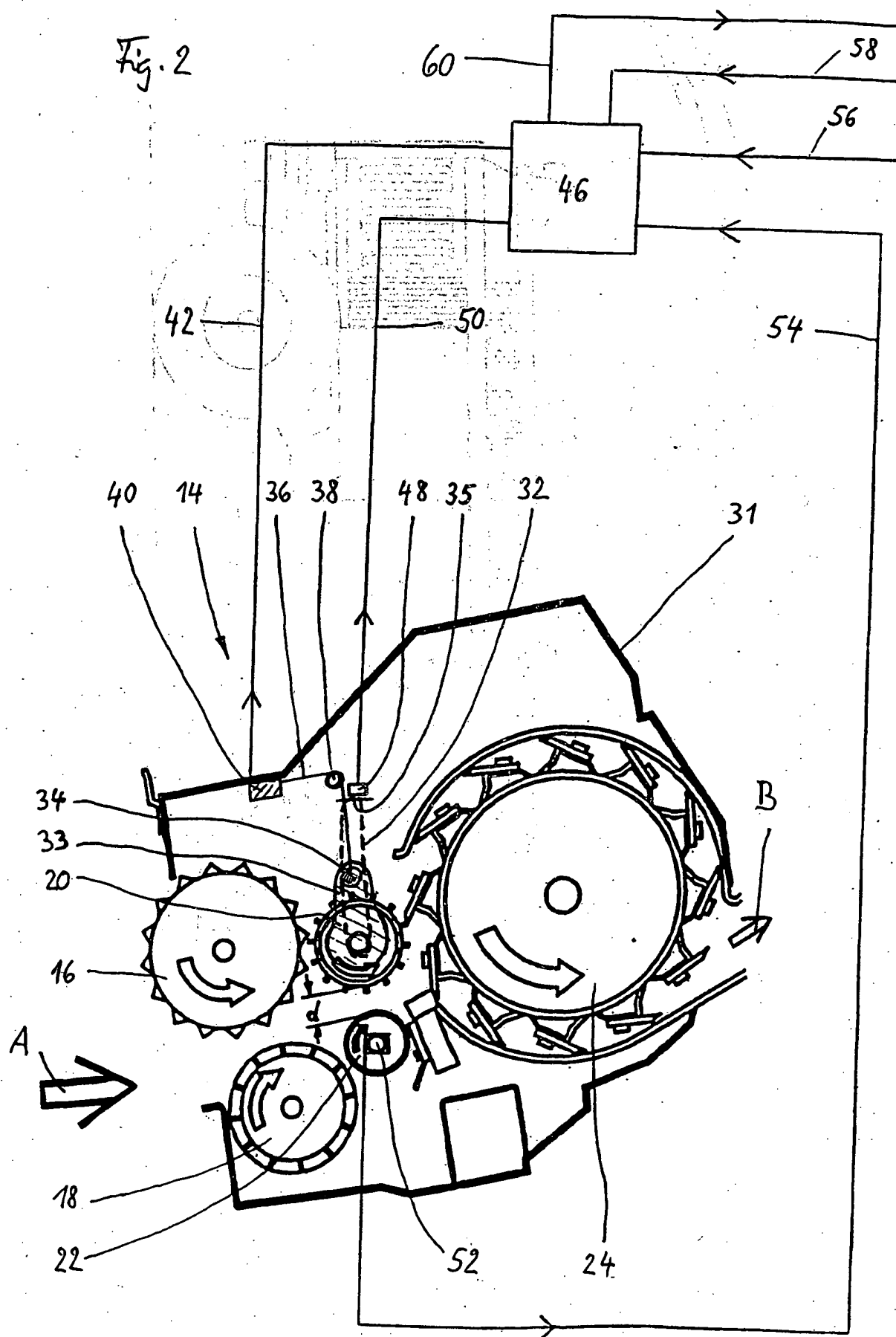


Fig. 3

